

(9)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 324 953**  
**A1**

(12)

# **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 88121055.3

(51) Int. Cl. 4: **H01J 65/04**

(22) Anmeldetag: 16.12.88

(30) Priorität: 15.01.88 CH 152/88

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
26.07.89 Patentblatt 89/30(34) Benannte Vertragsstaaten:  
CH DE FR GB IT LI NL(71) Anmelder: **ASEA BROWN BOVERI AG**  
Haselstrasse  
CH-5401 Baden(CH)(72) Erfinder: **Eliasson, Baldur, Dr.**  
Chilemattweg 5  
CH-5413 Birmenstorf(CH)  
Erfinder: **Kogelschatz, Ulrich, Dr.**  
Obere Parkstrasse 8  
CH-5212 Hausen(CH)(54) **Hochleistungsstrahler.**

(57) Der Hochleistungsstrahler für sichtbares Licht besteht aus einem durch Dielektrika (1, 10) begrenzten und mit einem Edelgas oder Gasgemisch gefüllten Entladungsraum (4). An die Dielektrika (1, 10) schliessen sich lumineszierende Schichten 5, 11 an. Sowohl das Dielektrikum (1, 10) als auch die auf der dem Entladungsraum (4) abgewandte Oberflächen der Dielektrika liegende Elektrode (6, 12) sind für die durch stille elektrische Entladungen erzeugte Strahlung transparent. Auf diese Weise wird ein grossflächiger Strahler mit hohem Wirkungsgrad geschaffen, der mit hohen elektrischen Leistungsdichten bis hin zu 50 KW/m<sup>2</sup> aktiver Elektrodenoberfläche betrieben werden kann.

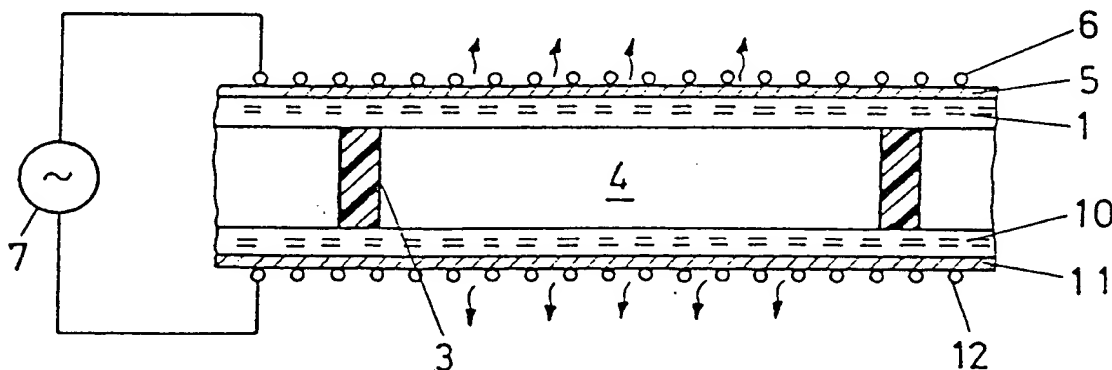


Fig.3

## HOCHLEISTUNGSSTRAHLER

## TECHNISCHES GEBIET

Die Erfindung bezieht sich auf einen Hochleistungsstrahler mit einem unter Entladungsbedingungen  
 5 Excimere bildenden Füllgas gefüllten Entladungsraum, dessen eine Wand durch ein erstes Dielektrikum, gebildet ist, welche auf seiner dem Entladungsraum abgewandten Oberfläche mit einer ersten Elektrode versehen ist, wobei zumindest diese Elektrode und/oder das Dielektrikum strahlungsdurchlässig ist, mit einer an die ersten und zweiten Elektroden angeschlossenen Wechselstromquelle zur Speisung der Entladung.

10 Die Erfindung nimmt dabei Bezug auf einen Stand der Technik, wie er beispielsweise aus dem Vortrag von U. Kogelschatz "Neue UV- und VUV-Excimerstrahler" an der 10. Vortragstagung der Gesellschaft Deutscher Chemiker Fachgruppe Photochemie, Würzburg 18.-20. November 1987, ergibt.

Technologischer Hintergrund und Stand der Technik in der EP-Anmeldung 87109674.9 vom 6.7.1987, der CH-Anmeldung 2924/86-8 vom 22.7.1986 oder der US-Anmeldung 07'076926 vom 22.7.1987 ist der an  
 15 der genannten Vortragstagung vorgestellte UV-Hochleistungsstrahler detailliert beschrieben.

Dieser Hochleistungsstrahler kann mit grossen elektrischen Leistungsdichten und hohem Wirkungsgrad betrieben werden. Seine Geometrie ist in weiten Grenzen dem Prozess anpassbar, in welchem er eingesetzt wird. So sind neben grossflächigen ebenen Strahlern auch zylindrische, die nach innen oder nach aussen strahlen, möglich. Die Entladungen können bei hohem Druck (0.1 - 10 bar) betrieben werden.  
 20 Mit dieser Bauweise lassen sich elektrische Leistungsdichten von 1 - 50 KW/m<sup>2</sup> realisieren. Da die Elektronenenergie in der Entladung weitgehend optimiert werden kann, liegt der Wirkungsgrad solcher Strahler sehr hoch, auch dann, wenn man Resonanzlinien geeigneter Atome anregt. Die Wellenlänge der Strahlung lässt sich durch die Art des Füllgases einstellen z.B. Quecksilber (185 nm, 254 nm), Stickstoff (337-415 nm), Selen (196, 204, 206 nm), Arsen (189, 193 nm), Jod (183 nm), Xenon (119, 130, 147 nm),  
 25 Krypton (142 nm). Wie bei anderen Gasentladungen empfiehlt sich auch die Mischung verschiedener Gasarten.

Der Vorteil dieser Strahler liegt in der flächenhaften Abstrahlung grosser Strahlungsleistungen mit hohem Wirkungsgrad. Fast die gesamte Strahlung ist auf einen oder wenige Wellenlängenbereiche konzentriert. Wichtig ist in allen Fällen, dass die Strahlung durch eine der Elektroden austreten kann. Dieses  
 30 Problem ist lösbar mit transparenten, elektrisch leitenden Schichten oder aber auch, indem man ein feinmaschiges Drahtnetz oder aufgebrachte Leiterbahnen als Elektrode benützt, die einerseits die Stromzufuhr zum Dielektrikum gewährleisten, andererseits für die Strahlung aber weitgehend transparent sind. Auch kann ein transparenter Elektrolyt, z.B. H<sub>2</sub>O, als weitere Elektrode verwendet werden, was insbesondere für die Bestrahlung von Wasser/Abwasser vorteilhaft ist, da auf diese Weise die erzeugte Strahlung unmittelbar  
 35 in die zu bestrahlende Flüssigkeit gelangt und diese Flüssigkeit gleichzeitig als Kühlmittel dient.

## KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

40 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, den gattungsgemässen Hochleistungsstrahler derart zu modifizieren, dass er vorzugsweise Licht im Wellenlängengebiet von 400 nm - 800 nm, d.h. im Bereich des sichtbaren Lichts, abstrahlt.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist das Dielektrikum mit einer lumineszierenden Schicht versehen.

45 Die Erfindung basiert auf der gleichen Entladungsgeometrie wie diejenige des in den genannten Patentanmeldungen beschriebenen UV-Hochleistungsstrahler.

Die durch Excimerstrahlung im Entladungsraum erzeugten UV Photonen bringen beim Aufprallen auf die Schicht diese zum Fluoreszieren oder Phosphoreszieren und erzeugen damit sichtbare Strahlung. Mit modernen Phosphoren kann dieser Umwandlungsprozess in sichtbares Licht sehr effizient sein  
 50 (Quantenausbeute bis zu 95 %). Mit Vorteil ist die Schicht auf die Innenseite des Dielektrikums aufgebracht, weil dadurch das Dielektrikum selber nur aus gewöhnlichem Glas bestehen kann. Alle Schwierigkeiten, die man im Zusammenhang mit einer UV-Quelle mit UV-durchlässigen Materialien hat, treten dabei nicht auf. Eventuell muss die lumineszierende Schicht mit einer dünnen UV-transparenten Schicht gegen den Angriff der Entladung geschützt werden.

Die gewünschte UV-Wellenlänge kann mit der Gasfüllung ausgewählt werden. Es kommen z.B.

Excimere als strahlende Moleküle in Frage (Edelgase, Mischungen von Edelgasen und Halogenen, Quecksilber, Cadmium oder Zink) oder Mischungen von Metallen mit starken Resonanzlinien (Quecksilber, Selen etc.) in ganz kleinen Mengen und Edelgasen, wobei den quecksilberfreien Füllgasen der Vorzug zu geben ist, da hiermit keine Entsorgungsprobleme entstehen. Auf die Weise kann man z.B. einen Quecksilberstrahler bauen mit ähnlichen Eigenschaften, wie derjenige, der der herkömmlichen Fluoreszenz-Röhre und den neuen Gasentladungslampen zugrunde liegt.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt, und zwar zeigt:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung in Gestalt eines ebenen einseitig abstrahlenden Flächenstrahlers im Schnitt;

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 mit innenliegender Lumineszenzschicht im Schnitt;

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung in Gestalt eines ebenen nach zwei Seiten abstrahlenden Flächenstrahlers im Schnitt;

Fig. 4 eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels nach Fig. 3 mit innenliegenden Lumineszenzschichten im Schnitt;

Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel eines zylindrischen nach aussen abstrahlenden Strahlers;

Fig. 6 eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels nach Fig. 5 mit innenliegender Lumineszenzschicht.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN DER ERFINDUNG

Der plattenförmige Hochleistungsstrahler nach Fig. 1 besteht im wesentlichen aus einer Quarz- oder Saphirplatte 1 und einer Metallplatte 2, die durch Distanzstücke 3 aus Isoliermaterial voneinander getrennt sind, und einen Entladungsraum 4 mit einer typischen Spaltweite zwischen 1 und 10 mm begrenzen. Die äussere Oberfläche der Quarzplatte 1 ist mit einer lumineszierenden Schicht 5 bedeckt, an die sich ein relativ weitmaschiges Drahtnetz 6 anschliesst; von dem nur die Kett- oder Schussfäden sichtbar sind. Dieses Drahtnetz 6 und die Metallplatte 2 bilden die beiden Elektroden des Strahlers. Die elektrische Anspeisung erfolgt durch eine an diese Elektroden angeschlossene Wechselstromquelle 7. Als Stromquelle können generell solche verwendet werden, wie sie im Zusammenhang mit Ozonerzeugern seit langem eingesetzt werden.

Der Entladungsraum 5 ist seitlich in üblicher Weise geschlossen, wurde vor dem Verschliessen evakuiert und mit einem inerten Gas, oder einer bei Entladungsbedingungen Excimere bildenden Substanz, z.B. Quecksilber, Edelgas, Edelgas-Metaldampf-Gemisch, Edelgas-Halogen-Gemisch, gefüllt, gegebenenfalls unter Verwendung eines zusätzlichen weiteren Edelgases (Ar, He, Ne) als Puffergas.

Je nach gewünschter spektraler Zusammensetzung der Strahlung und Lumineszenzschicht kann dabei z.B. eine Substanz gemäss nachfolgender Tabelle Verwendung finden:

FÜLLGAS	STRAHLUNG
Helium	60 - 100 nm
Neon	80 - 90 nm
Argon	107 - 165 nm
Xenon	160 - 190 nm
Stickstoff	337 - 415 nm
Krypton	124 nm, 140 - 160 nm
Krypton + Fluor	240 - 255 nm
Quecksilber + Argon	235 nm
Deuterium	150 - 250 nm
Xenon + Fluor	400 - 550 nm
Xenon + Chlor	300 - 320 nm
Xenon + Jod	240 - 260 nm

Neben den obigen Gasen bzw. Gasgemischen kommen auch Edelgas-Metallgemische in Betracht, wobei Metalle mit starken Resonanzlinien bevorzugt werden:

Zink	213 nm
Cadmium	228.8 nm
Quecksilber	185 nm, 254 nm

Für die Resonanzlinien-Strahler ist die Menge Metalls im Gasgemisch dabei bezogen auf die Edelgasmenge sehr klein, damit möglichst wenig Selbstabsorption auftritt. Als Richtwert für die obere Grenze kann dabei folgende Beziehung

$$d \times P_M \leq 10 \text{ Torr mm}$$

worin  $d$  die Spaltweite des Entladungsraums in Millimetern (typisch 1 - 10 mm),  $P_M$  den Metaldampfdruck bedeutet.

Die obere Grenze für den Metaldampf bildet die Excimerbildung wie HgXe, HgAr, HgKr, wofür schon 1 - 20 Torr Hg in z.B. 300 Torr Edelgas ausreichen. Diese Excimere strahlen bei 140 220 nm und sind auch sehr effiziente UV-Strahler. Bei höherem Quecksilberdruck bildet sich das Hg<sub>2</sub>-Excimere, das bei 235 nm strahlt.

Die untere Grenze liegt etwa bei  $10^{-2}$  Torr mm.

In der sich bildenden stillen Entladung (dielectric barrier discharge) kann die Elektronenenergieverteilung durch Variation der Spaltweite des Entladungsraumes, Druck und/oder Temperatur optimal eingestellt werden.

Für sehr kurzwellige Strahlungen kommen auch Platten-Materialien, wie z.B. Magnesiumfluorid und Calciumfluorid in Frage. Anstelle eines Drahtnetzes kann auch eine transparente elektrisch leitende Schicht vorhanden sein, wobei für sichtbares Licht die Schicht aus Indium- oder Zinnoxid, für sichtbares und UV-Licht eine 50 - 100 Angström dicke Goldschicht verwendet werden kann.

Die Lumineszenzschicht 5 besteht vorzugsweise aus modernen Phosphoren, d.h. mit seltenen Erden dotiertem Leuchtstoff, die eine Quantenausbeute bis zu 95 % ermöglichen (vgl. E.Kauer und E.Schnedler "Möglichkeiten und Grenzen der Lichterzeugung" in "Phys. Bl. 42 (1986), Nr. 5, S. 128 - 133, insbesondere S. 132).

Um die nutzbare Strahlung praktisch zu verdoppeln, kann die Metallelektrode 2 selbst aus UV-reflektierendem Material, z.B. Aluminium bestehen oder mit einer UV-reflektierenden Schicht 8 versehen sein.

Die Ausführungsform gemäss Fig. 2 unterscheidet sich von derjenigen nach Fig. 1 lediglich in der Aueinanderfolge der Schichten. Die Lumineszenzschicht 5 ist auf der dem Entladungsraum 4 zugewandten Oberfläche der Platte 1 und ist vorzugsweise durch eine Schutzschicht 9 gegen den Entladungsangriff geschützt. Sie muss UV-transparent sein und besteht z.B. aus Magnesiumfluorid (MgF<sub>2</sub>) oder Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Derartige Schichten werden in bekannter Weise durch "Sputtern" (Ionenzerstäubung) aufgebracht.

Weil in dieser Ausführungsform die Umsetzung UV-sichtbares Licht vor dem Durchtritt durch das Dielektrikum (Platte 1) erfolgt, kann diese aus einem "normalen" lichtdurchlässigen Material, z.B. Glas, bestehen.

Der Hochleistungsstrahler nach Fig. 3 strahlt sichtbares Licht nach beiden Seiten ab. Der Entladungs-

raum 4 wird beidseits von Platten 4, 10 aus UV-durchlässigem Material, z.B. Quarz-oder Saphirglas begrenzt. Beide äusseren Oberflächen sind mit einer Lumineszenzschicht 5 bzw. 11 bedeckt. Die Elektroden sind durch Drahtnetze 6 bzw. 12 gebildet, die je mit der Wechselstromquelle 7 verbunden sind. Analog zu den Ausführungsformen nach Fig. 1 und 2 können die Drahtnetze 6, 12 auch durch transparente elektrisch leitende Schichten z.B. aus Indium- oder Zinnoxid, für sichtbares Licht und UV eine 50 - 100 Angström dicke Goldschicht, ersetzt werden.

Analog zu Fig. 2 besteht auch hier die Möglichkeit, die Lumineszenzschichten 5 und 11 auf den dem Entladungsraum 4 zugewandten Oberflächen der dielektrischen Platten 1, 10 anzubringen und sie mit einer Schutzschicht 9 bzw. 13 aus  $MgF_2$  oder  $Al_2O_3$  gegen den Entladungsangriff zu schützen. Wie bei Fig. 2 kann auch hier das Dielektrikum, d.h. die Platten 1, 10, aus Glas bestehen.

In Fig. 5 ist zylindrischer Hochleistungsstrahler im Querschnitt schematisch dargestellt. Ein Metallrohr 14 (innere Elektrode) ist mit Abstand (1 - 10 mm) konzentrisch von einem Dielektrikumsrohr 15 umgeben; die äussere Oberfläche des Rohres 15 ist mit einer Lumineszenzschicht 16 versehen. Daran schliesst sich eine äussere Elektrode in Form eines Drahtnetzes 17 an. Die Wechselstromquelle 7 ist mit beiden Elektroden 14, 17 verbunden. Das Metallrohr 14 besteht aus Aluminium oder ist mit einer Aluminiumschicht 18 versehen, die UV-Licht reflektiert.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 ist die Lumineszenzschicht 16 an der Innenwandung des Rohres 15 vorgesehen und gegen den Entladungsraum 4 hin mit einer Schutzschicht 19 aus  $MgF_2$  oder  $Al_2O_3$  bedeckt.

Im Bedarfsfall kann durch das Innere des Rohres 14 ein Kühlmedium geleitet werden. Art und Zusammensetzung von Füllgas und Lumineszenzschicht entsprechen denen der vorangegangenen Ausführungsbeispiele.

Die Erfindung eignet sich insbesondere zur Erzeugung von sichtbarem Licht. Abhängig von der Zusammensetzung des Füllgases und/oder der lumineszierenden Schicht ist es jedoch auch möglich, UV-Strahlung einer Wellenlänge in UV-Strahlung einer anderen Wellenlänge umzuwandeln.

## Ansprüche

1. Hochleistungsstrahler, mit einem mit unter Entladungsbedingungen Excimere bildenden Füllgas gefüllten Entladungsraum (4), dessen eine Wand von einem Dielektrikum (1) gebildet ist, welches auf seiner dem Entladungsraum abgewandten Oberfläche mit einer ersten Elektrode (6) versehen ist, wobei zumindest diese Elektrode und/oder das Dielektrikum strahlungsdurchlässig sind, einer zweiten Elektrode (2), die den Entladungsraum unmittelbar oder mittelbar begrenzen, und mit einer an die genannten Elektroden (6, 2) angeschlossenen Wechselstromquelle, dadurch gekennzeichnet, dass das Dielektrikum mit einer lumineszierenden Schicht (5) versehen ist.

2. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Entladungsraum (4) beidseits von Dielektrika (1, 10) begrenzt ist und auf beiden Dielektrika lumineszierende Schichten (5, 11) vorgesehen sind.

3. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die lumineszierende(n) Schicht(en) auf der äusseren Oberfläche des Dielektrikums (1) bzw. der Dielektrika (1, 10) angeordnet ist bzw. sind.

4. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die lumineszierende(n) Schicht(en) (5, 11) auf der bzw. den inneren Oberfläche(n) angeordnet ist bzw. sind und vorzugsweise durch eine Schutzschicht (9, 13) gegen den Entladungsangriff geschützt sind.

5. Hochleistungsstrahler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrode(n) aus Drahtnetzen (6) oder elektrisch leitende strahlungsdurchlässige Schichten sind.

6. Hochleistungsstrahler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllmedium Quecksilber, Stickstoff, Selen, Deuterium oder ein Gemisch dieser Substanzen allein oder mit einem Edelgas ist.

7. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllgas Beimengungen von Schwefel, Zink, Arsen, Selen, Cadmium, Jod oder Quecksilber enthält.

8. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallelektrode (2) und das Dielektrikum (1) plattenförmig ausgebildet sind und die metallische Elektrode (2) von der dielektrischen Platte (1) mittels Distanzstücken (3) distanziert ist (Fig. 1).

9. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallelektrode (14) und das Dielektrikum (15) rohrförmig ausgebildet sind und zwischen sich den Entladungsraum (4) bilden (Fig. 5, 6).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

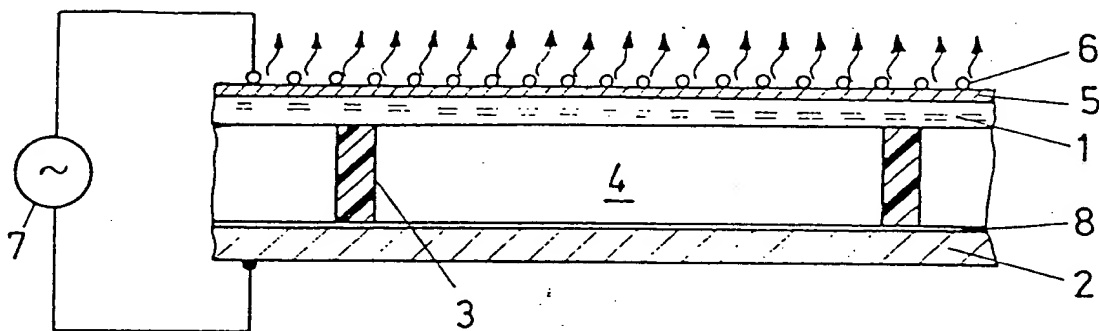


Fig. 1

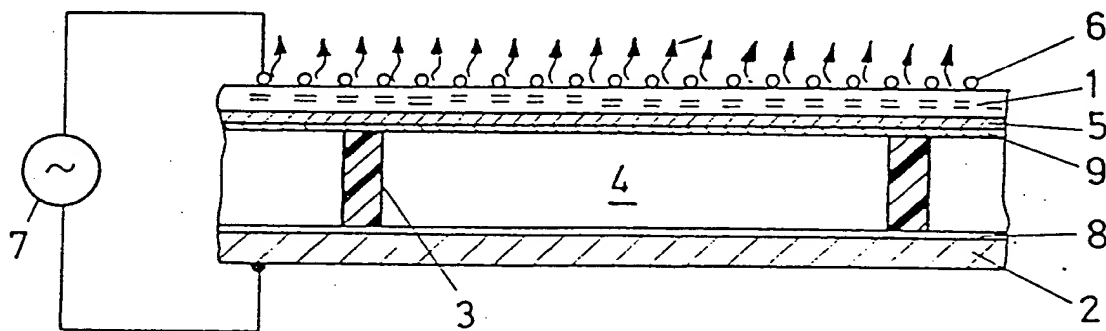


Fig. 2

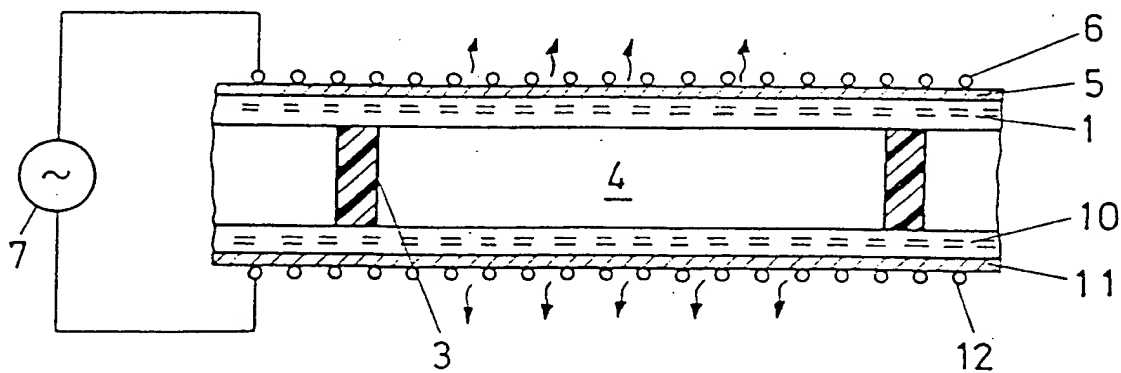


Fig. 3

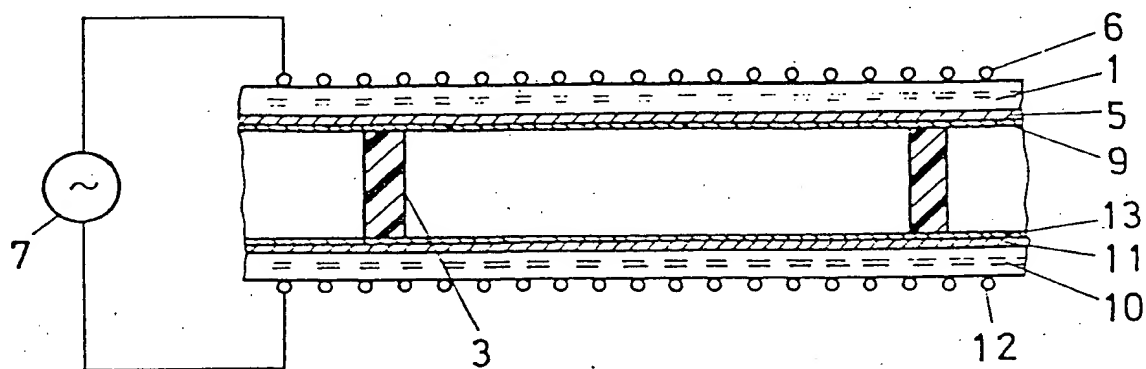


Fig. 4

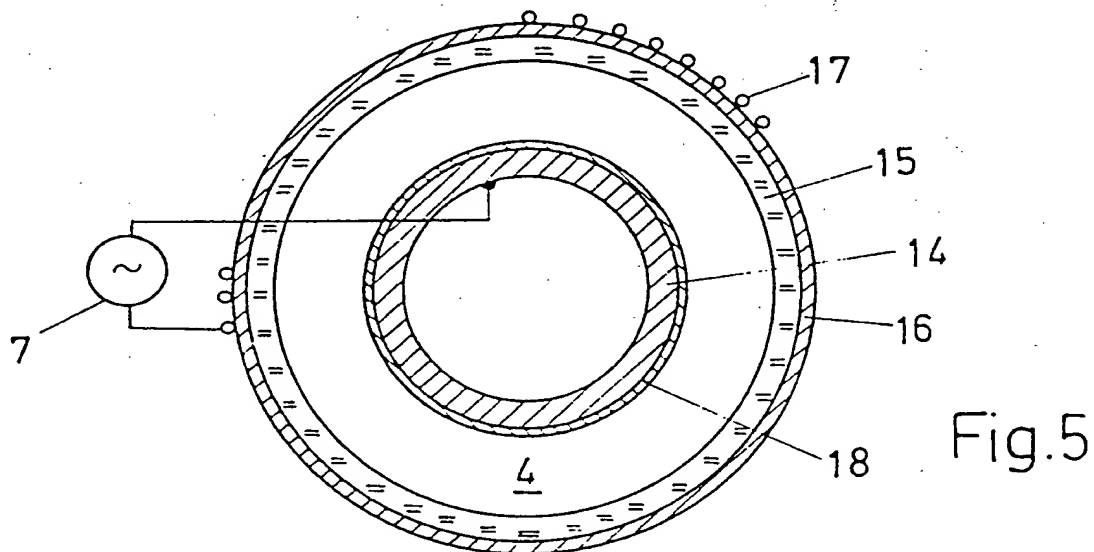


Fig. 5

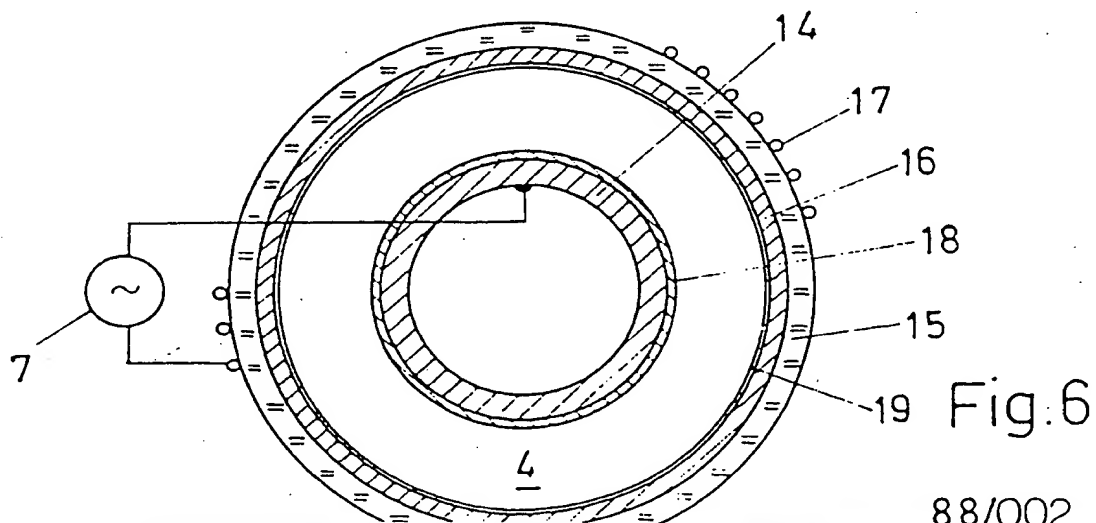


Fig. 6





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 12 1055

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	JOURNAL OF APPLIED SPECTROSCOPY, Band 41, Nr. 4, Oktober 1984, Seiten 1194-1197, Plenum Publishing Corp., New York, US; G.A. VOLKOVA et al.: "Vacuum-ultraviolet lamps with a barrier discharge in inert gases" ---	1,2,6	H 01 J 65/04
A	US-A-4 266 167 (J.M. PROUD et al.) * Spalte 4, Zeile 31 - Spalte 5, Zeile 21; Figur 1 * ---	1,2,4-8	
A	BE-A- 739 064 (PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN) * Seite 6, Zeile 17 - Seite 10, Zeile 23; Figuren 1-3 * -----	1,5,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			H 01 J 61/00 H 01 J 65/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 24-04-1989	Prüfer SARNEEL A.P.T.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

